

RAZLIKE U AKUSTIČKIM KARAKTERISTIKAMA GLASA IZMEĐU NASTAVNICA I VOKALNIH NEPROFESIONALKI

ANA BONETTI¹

Primljeno: 28. studeni 2006.

Prihvaćeno: 4. srpanj 2007.

Izvorni znanstveni rad

UDK: 376.36

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati postoje li razlike u kvaliteti glasa između nastavnica i vokalnih neprofesionalki. U istraživanju je sudjelovalo 20 nastavnica i 20 vokalnih neprofesionalki u dobi od 35 do 50 godina. Fonacija vokala /a/ analizirana je pomoću programa za akustičku analizu glasa MDVP (Kay Elemetrics). Razlike između odabranih skupina ispitanica (vokalne profesionalke i vokalne neprofesionalke) dobivene su diskriminacijskom analizom. Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku između nastavnica i ispitanica koje nisu vokalni profesionalci na varijablama koje opisuju visinu i raspon osnovnog laringalnog tona te njezine frekvencijske i amplitudne perturbacije, dok na varijablama koje opisuju harmoničnost glasa nisu dobivene statistički značajne razlike. Izraženost vrijednosti parametara koji opisuju perturbacije osnovnog laringalnog tona nastavnica ukazuje da nastavnička profesija ima negativan utjecaj na zdravlje glasa te na potrebu informiranja te populacije o vokalnoj higijeni s ciljem preventivnog djelovanja.

Ključne riječi: nastavnice, vokalne neprofesionalke, akustička analiza, MDVP

UVOD

Određene profesije, kao što je nastavnička, pretpostavljaju korištenje glasa kao osnovnog sredstva rada pa se osobe koje ih obavljaju nazivaju vokalnim profesionalcima. Rezultati dosadašnjih istraživanja potvrđuju da je glas nastavnika u velikoj mjeri izložen riziku razvoja poremećaja radi uzastopne višesatne dnevne upotrebe u često nepovoljnim komunikacijskim uvjetima (Gotaas i Starr, 1993; Mattiske, Oates i Greenwood, 1998; Russell, Oates i Greenwood, 1998; Smith, Gray i Dove, 1997; Rantala, Vilkman i Bloigu, 2002; Philips, Gillespie i Thompson, 2004). Također, od ukupnog broja osoba koje u klinikama traže stručnu pomoć radi problema s glasom, veliku većinu čine upravo nastavnici (Titze, Lemke i Montequin, 1997; Roy i sur., 2002; Jonsdottir, Laukkanen i Siikki, 2003).

Podaci o opsegu problema poremećaja glasa u populaciji vokalnih profesionalaca - nastavnika variraju, čemu najviše doprinose metodološki razlozi (Mattiske, Oates i Greenwood, 1998). Na primjer, u istraživanju koje su proveli Russell, Oates i Greenwood (1998), 22% nastavnica nave-

lo je da redovito osjećaju teškoće vezane za produkciju glasa, u istraživanju koje su proveli Philips, Gillespie i Thompson (2004) 47% ispitanih nastavnika osjećali su ili osjećaju vokalne probleme, dok Rantala i Vilkman (1999) navode izvore prema kojima je postotak nastavnika koji imaju ili su imali vokalne probleme puno veći, čak 50-80%. No, bez obzira na razlike u podacima o učestalosti, prisutnost poremećaja glasa rastući je problem među nastavnicima, na što upućuje i činjenica da je samo u posljednjih 10-tak godina u ovoj populaciji zabilježen značajan porast simptoma poremećaja glasa (Simberg i sur., 2005).

Vokalni problemi često ograničavaju funkcionalnost nastavnika, odnosno umanjuju njegovu ili njezinu radnu sposobnost. Osjećajući problem s glasom, nastavnik je primoran izbjegavati vokalne napore (Smith i sur., 1998), kompenzirajući smanjenje vokalnih aktivnosti modifikacijom uobičajenog stila predavanja radi čega efektivnost u radu opada, a broj se izostanaka s posla ili prijevremenih odlazaka u mirovinu povećava (u istraživanju koje su 2004. godine proveli Philips, Gillespie i Thompson čak je 61% ispitanih nastavnica i nastavnika koji su osjećali vokalne probleme

1 Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

smatralo da oni u nekom stupnju utječu na njihov stil predavanja, a 21% ih je radi istih problema u prosjeku s posla izostalo 2,4 dana).

Osim same prirode nastavničke profesije, koja zahtijeva svakodnevnu višesatnu upotrebu glasa, i radni uvjeti u kojima nastavnik obavlja posao uključuju brojne čimbenike štetne po vokalno zdravlje, u prvom redu pozadinsku buku i loše akustičke uvjete prostora u kojima se nastava odvija (Rantala i Vilkman, 1999; Thibeault i sur., 2004). Upravo se svakodnevna primoranost nastavnika za nadglasavanjem, odnosno naprezanjem vokalnog mehanizma bez dostatnog vremena za njegov odmor i oporavak, smatra osnovnim uzrokom vokalnih problema nastavnika (Roy i sur., 2002), čija trajna prisutnost dovodi do razvoja funkcionalnog poremećaja glasa, a kasnije i do formiranja organskih promjena na glasnicama (Boone i McFarlane, 2000). Najčešća posljedica naprezanja glasa (zlouporebe ili pogrešne uporabe glasa) - vokalni zamor - ujedno je i jedan od najčešće navođenih vokalnih problema od strane nastavnika (Kovačić, 2002; Sala i sur., 2001; Yiu, 2002).

U istraživanjima poremećaja glasa u populaciji nastavnika uglavnom se koriste različite metode prikupljanja podataka: upitnici, medicinski nalazi ili akustička analiza kvalitete glasa. Dosadašnja istraživanja akustičkih karakteristika glasa nastavnica pokazala su česte povišene vrijednosti jittera i shimmera što može ukazivati na prisutnost poremećaja glasa (Rantala i Vilkman, 1999; Roy i sur., 2002).

CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike u kvaliteti glasa između nastavnica i vokalnih neprofesionalki i time steći uvid u utjecaj svakodnevnih profesionalnih zahtjeva na akustičke karakteristike glasa vokalnih profesionalaca.

U skladu s ciljem istraživanja postavljena je sljedeća hipoteza:

H1 : Očekuju se statistički značajne razlike u akustičkim parametrima glasa između nastavnica i vokalnih neprofesionalki.

Navedena hipoteza raščlanjena je na sljedeće podhipoteze:

H1.1 : Očekuju se statistički značajne razlike u visini osnovne frekvencije i njenom rasponu između nastavnica i vokalnih neprofesionalki

H1.2 : Očekuju se statistički značajne razlike u frekvencijskim i amplitudnim perturbacijama osnovne laringalne frekvencije između nastavnica i vokalnih neprofesionalki

H1.3 : Očekuju se statistički značajne razlike u količini šuma u glasu između nastavnica i vokalnih neprofesionalki.

METODE RADA

Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika činilo je 20 nastavnica tri osnovne škole iz Zagreba i 20 vokalnih neprofesionalki. Ispitanice su bile u dobi od 35 do 50 godina. Prosječna dob nastavnica iznosila je 42.35 godina (SD=4.75), a vokalnih neprofesionalki 41.80 godina (SD=5.06). Prosječan broj godina radnog staža skupine nastavnica iznosio je 17.80 (SD=5.76), a za kontrolnu skupinu 17.20 (SD=6.11). Sve ispitanice su bile nepušači jer se istraživanjem htjelo ispitati isključivo utjecaj profesije na karakteristike glasa. Iz tog su razloga u istraživanje uključene samo ispitanice koje su prije provođenja ispitivanja izjavile da ne osjećaju simptome koji upućuju na postojanje poremećaja glasa.

Uzorak varijabli

Za provjeru hipoteza istraživanja odabrane su sljedeće varijable:

MF0 - Mean Fundamental Frequency - prosječna vrijednost osnovne frekvencije (u Hz),

PFR - Phonatory Fundamental Frequency Range - raspon osnovnog laringalnog tona (u polutonovima),

JITT - Jitter - relativna mjera varijabilnosti osnovne frekvencije, od perioda do perioda prilikom titranja glasnica (u %),

SHIMM - Shimmer - relativna mjera varijacija intenziteta od perioda do perioda prilikom titranja glasnica (u dB),

NHR - Noise-to-Harmonic Ratio - prosječan omjer energije šuma u spektru (1500-4500 Hz)

i energije harmonika u spektru (70-4500 Hz),

VTI - Voice Turbulence Index - prosječan omjer šumne spektralne energije (2800-5800 Hz) i harmonične energije u spektru (70-4500 Hz) u dijelovima signala u kojima je utjecaj frekvencijskih i amplitudnih varijacija, prekida i subharmonijskih komponenti minimalan.

Način prikupljanja i obrade podataka

Prikupljanje podataka vršilo se snimanjem fonacije vokala /a/ pomoću prijenosnog MD snimača Sony MZ R70 i elektrokonzentratorskog mikrofona ATM31d. Snimanje se vršilo u tihoj prostoriji ustanova gdje su ispitanice zaposlene, a svaka ispitanica snimila je po dvije fonacije. Za

(nastavnice i vokalne neprofesionalke) ispitane su diskriminacijskom analizom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prosječne vrijednosti rezultata dvije skupine ispitanika za akustičke varijable prikazani su u tablici 1 i 2. Prosječne vrijednosti frekvencijskih i amplitudnih perturbacija bile su izraženije u skupini nastavnica, što je u skladu s prethodnim istraživanjima (Rantala i Vilkinen, 1999; Hedever, Kovačić i Barišić, 1999). Nastavnice su također imale i nižu osnovnu laringalnu frekvenciju te veći prosječni raspon osnovne frekvencije nego skupina vokalnih neprofesionalki. Prosječne vrijednosti rezultata na varijablama koje ukazuju na količinu

Tablica 1. Srednje vrijednosti rezultata skupine nastavnica na akustičkim varijablama ($N=20$)

	Aritmetička sredina	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	SD
MF0	180.97	152.50	229.22	20.83
PFR	7.20	3.00	13.00	2.59
JITT	1.57	.64	3.23	.74
SHIM	.28	.11	.51	.11
NHR	.14	.08	.22	.04
VTI	.03	0.00	.05	.01

vrijeme snimanja udaljenost od mikrofona do usta bila je oko 20 cm. Snimke su za obradu uređene programom CoolEdit 2000 te analizirane pomoću MDVP-a (Key Elemetrics Corp.). Dobiveni podaci statistički su obrađeni programom Statistica for Windows 4.5. Razlike između skupina ispitanika

šuma u glasu između skupina ispitanica nisu se razlikovale - omjer šuma i harmonika u prosjeku je među nastavnicama bio tek za 0.01 veći nego u kontrolnoj skupini, dok je prosječni indeks turbulencije glasa za obje skupine ispitanica bio jednak. Bez obzira na razlike u prosječnim rezultatima

Tablica 2. Srednje vrijednosti rezultata skupine vokalnih neprofesionalki na akustičkim varijablama ($N=20$)

	Aritmetička sredina	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	SD
MF0	197.82	155.99	236.45	20.13
PFR	5.70	3.00	8.00	1.59
JITT	.77	.36	1.53	.31
SHIM	.20	.08	.38	.09
NHR	.13	.08	.17	.02
VTI	.03	0.00	.05	.01

na odabranim parametrima, vrijednosti na svim promatranim varijablama (osim na varijabli JITT) kretale su se u granicama standarda za ženske glasove (Delinsky, 1993).

Provjera normalnosti distribucija rezultata Shapiro - Wilk testom pokazala je da su na svim varijablama rezultati distribuirani normalno. Testiranje normalnosti distribucija rezultata za šest akustičkih varijabli prikazano je u tablici 3.

Obzirom da je multivarijatnom analizom varijance dobivena Wilksova lambda statistički značajna na razini značajnosti od .05 ($p = .001$), učinjena je diskriminacijska analiza (tablica 4).

funkcijom sudjeluje varijabla JITT te se diskriminacijski faktor može nazvati kao *faktor frekvencijskih perturbacija osnovnog laringalnog tona*. Diskriminacijski koeficijenti i korelacije s diskriminacijskim faktorom, kao i pojedinačni doprinos svake od šest odabranih varijabli koje opisuju kvalitetu glasa dvije skupine ispitanica (rezultati univarijatne analize varijance) prikazani su u tablici 5. Razlike u akustičkim karakteristikama glasa između dvije skupine ispitanica statistički su značajne na razini značajnosti od .05 - na varijablama koje opisuju šumnost u glasu (varijable NHR i VTI), a najveće su u prosječnom postotku perturbacija osnovnog laringalnog tona (JITT).

Tablica 3. Normalnost distribucije rezultata

	Skupina nastavnica		Skupina vokalnih neprofesionalki	
	W	p	W	p
MF0	.946	.317	.975	.847
PFR	.939	.241	.911	.072
JITT	.926	.138	.945	.316
SHIM	.966	.662	.919	.099
NHR	.951	.401	.938	.228
VTI	.908	.061	.916	.085

Diskriminacijskom je analizom u prostoru šest akustičkih varijabli dobivena jedna diskriminacijska funkcija, koja je uz statističku značajnost snage modela (Wilksova lambda) od .5368 i rezultat Hi-kvadrat testa od 4.7462, bila značajna na razini značajnosti od .05 ($p = .001$). Prema tome, pretpostavku da se dvije skupine ispitanica ne razlikuju na razini značajnosti od .05 možemo odbaciti s razinom značajnosti od $p = .001$.

U definiranju dobivenog diskriminacijskog faktora s najvišim diskriminacijskim koeficijentom i najvišom korelacijom s diskriminacijskom

Na razlike među odabranim skupinama ispitanica ukazuju i vrijednosti njihovih centroida. Iz tablice 6 može se vidjeti da su centroidi skupina međusobno udaljeni za 1.81 standardne devijacije.

Iako su rezultati skupina ispitanica na varijablama koje opisuju visinu, raspon i amplitudne perturbacije osnovnog laringalnog tona (MF0, PFR i SHIM) bili statistički značajno različiti na razini od .05, vrijednosti njihovih diskriminacijskih koeficijenata i korelacije s diskriminativnom funkcijom ukazuju da je jačina diskriminacije

Tablica 4 Rezultati analize varijance i diskriminacijske analize u čitavom prostoru odabranih varijabli

FUNKCIJA	KANONIČKA KORELACIJA	WILKSOVA LAMBDA	HI-KVADRAT TEST	STUPNJEVI SLOBODE	ZNAČAJNOST
1	.681	.537	2.776	6	.001

Tablica 5 Diskriminacijski koeficijenti, korelacije odabranih varijabli s diskriminacijskom funkcijom i rezultati univarijantne analize varijance za akustičkevarijable

VARIJABLA	DISKRIMINACIJSKI KOEFIČIJENTI	KORELACIJE S DISKRIMINACIJSKOM FUNKCIJOM	ANOVA	
			F-TEST	ZNAČAJNOST
MF0	-.464	-.454	6.769	.013
PFR	.464	.386	4.875	.033
JITT	.619	.785	20.188	.000
SHIM	.021	.419	5.748	.021
NHR	.274	.326	3.491	.069
VTI	-.377	-.072	.168	.684

kojom su ove varijable sudjelovale u razlikovanju skupina umjerena. Pri tome, visina i raspon osnovnog laringalnog tona (MF0 i PFR) u razlikovanju skupina ispitanica sudjelovali su s većom jačinom diskriminacije, a njihova povezanost s diskriminacijskom funkcijom bila je izraženija. Najslabiju korelaciju s diskriminativnom funkcijom od svih spomenutih varijabli, čiji je diskriminacijski doprinos bio statistički značajan ($p=.05$), imala je varijabla SHIM. Iako je imala utjecaja u definiranju diskriminacijske funkcije, kod te je varijable izraženost diskriminacijskog koeficijenta bila najmanja pa se može reći da je njezin doprinos razlikovanju skupina graničan. Varijable koje opisuju šum u glasu (NHR i VTI) nisu značajno sudjelovale u razlikovanju skupa.

Prema tome, hipotezu o očekivanim statistički značajnim razlikama u akustičkim parametrima glasa između nastavnica i vokalnih neprofesionalki u načelu možemo djelomično prihvatiti, budući da se na temelju rezultata diskriminativne analize mogu prihvatiti dvije od tri podhipoteze: H1.1 (Očekuju se statistički značajne razlike u visini osnovne frekvencije i njenom rasponu između nastavnica i vokalnih neprofesionalki) i H1.2 (Očekuju se statistički značajne razlike u frekvencijskim i amplitudnim perturbacijama između nastavnica i vokalnih neprofesionalki). Treća podhipoteza (H1.3 - Očekuju se statistički značajne razlike u količini šuma u glasu između nastavnica i vokalnih neprofesionalki) ne može se prihvatiti.

Tablica 6 Centroidi skupina

Skupina nastavnica	Skupina vokalnih neprofesionalki
.905	-.905

ZAKLJUČAK

Akustička analiza napravljena za potrebe ovog istraživanja pokazala je da nastavnice imaju nižu osnovnu frekvenciju glasa, veći postotak frekvencijskih oscilacija u glasu, veći raspon osnovne frekvencije i više izražene amplitudne perturbacije u glasu.

Budući da su povišene vrijednosti tih parametara uobičajeni pokazatelji odstupanja u produkciji glasa (Baken i Orlikoff, 2000), može se reći da nastavnička profesija utječe na približavanje njihovih vrijednosti prema patološkima. Uzroci mogu biti brojni, a u literaturi se spominju slaba vokalna higijena, izražena pozadinska buka i loša akustika i mikroklima prostora u kojoj nastavnici obavljaju svoj posao, što za posljedicu ima pogrešan stil predavanja, naprezanje vokalnog mehanizma radi postizanja boljeg omjera signal/šum, čemu doprinosi i nepoznavanje tehnika vokalne higijene (Mattiske, Oates i Greenwood, 1998; Kovačić, 2002; De Jong i sur., 2003).

LITERATURA

- Baken, R. J., Orlikoff, R. F. (2000): *Clinical Measurement of Speech and Voice*. Second Edition, Singular Thomson Learning, USA.
- Boone, D. R., McFarlane, S. C. (1999): *The Voice and Voice Therapy*. 6th edition, Pearson Allyn and Beacon.
- De Jong, F.I.C.R.S., Cornelis, B. E., Wuyts, F. L., Kooijman, P. G. C., Schutte, H. K., Oudes, M. J., Graamans, K (2003): A Psychological Cascade Model for Persisting Voice Problems in Teachers. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 55, 91-101.
- Delinsky, D. D. (1993): *Acoustic Model of Evaluation of Patological Voice Production*, Kay Elemetrics Corp., Department of Research development, Presented at Eurospeech 1993, Berlin, Germany.
- Gotaas, Ch., Staar, C. D. (1993): Vocal Fatigue Among Teachers. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 45, 120-129.
- Hedever, M., Kovačić, G., Barišić, V. (1999): Utjecaj pušenja i radnog staža na osnovni laringealni ton nastavnica. *Govor*, 16 (1), 33 - 44.
- Jonsdottir, V., Laukkanen, A. M., Siikki, I. (2003): Changes in Teachers' Voice Quality during a Working Day with and without Electric Sound Amplification. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 55, 267-280.
- Kovačić, G. (2002): Analiza subjektivnih simptoma vokalnog zamora nastavnica. *Govor*, 19 (2), 137-154.
- Mattiske, J. A., Oates, J. M., Greenwood, K.M. (1998): Vocal Problem Among Teachers: A Review of Prevalence, Causes, Prevention and Treatment. *Journal of voice*, 12 (2), 489-499.
- Philips, D. E., Gillespie, A. A., Thompson, J. D. (2004): Voice Problems of Classroom Teachers: Incidence, Symptoms, and Associated Factors. <http://www.bham-ent.com/939.html>, 15. 11. 2006.
- Rantala, L., Vilkman, E. (1999): Relationship Between Subjective Voice Complaints and Acoustic Parameters in Female Teachers' Voices. *Journal of Voice*, 13 (4), 484-495.
- Rantala, L., Vilkman, E., Bloigu, R. (2002): Voice Changes During Work: Subjective Complaints and Objective Measurements for Female Primary and Secondary Schoolteachers. *Journal of Voice*, 16 (3), 344-355.
- Roy, N., Weinrich, B., Gray, S. D., Tanner, K., Toledo, S. W., Dove, H., Corbin-Lewis, K., Stemple, J. C. (2002): Voice Amplification Versus Vocal Hygiene Instruction For Teachers With Voice Disorders: A Treatment Outcome Study. *JSLHR*, 45, 635-638.
- Russell, A., Oates, J., Greenwood, K. M. (1998): Prevalence of Voice Problems in Teachers, *Journal of Voice*, 12 (4), 467-479.
- Sala, E., Laine, A., Simberg, S., Pentti, J., Suonpaa, J. (2001): The Prevalence of Voice Disorders Among Day Care Center Teachers Compared with Nurses: A Questionnaire and Clinical Study. *Journal of Voice*, 15 (3), 413-423.
- Simberg, S., Sala, E., Vehmas, K., Laine, A. (2005): Changes in the Prevalence of Vocal Symptoms Among Teachers During a Twelve-Year Period. *Journal of Voice*, 19 (1), 95-102.
- Smith E., Gray S.D., Dove H. (1997): Frequency and Effects of Teachers' Voice Problems. *Journal of Voice*, 11(1), 81-7.
- Smith, E., Kircher H.L., Taylor, M., Hoffman, H., Lemke, J. H. (1998): Voice Problems Among Teachers: Differences by Gender and Teaching Characteristics. *Journal of Voice*, 12 (3), 328-334.
- Thibeault, S. L., Raj, M. M., Roy, N., Gray, S. D., Smith, E. S. (2004): Occupational Risk Factors Associated with Voice Disorders among Teachers. *AEP*, 14 (10), 786-792.
- Titze, I. R., Lemke, J., Metequin, D. (1997): Population in the U.S. Workforce Who Rely on Voice as Primary Tool a Trade: A Preliminary Report. *Journal of Voice*, 11 (3), 254-259.
- Yiu, E. (2002): Impact and Prevention of Voice Problem in the Teaching Profession: Embracing the Consumers' View. *Journal of Voice*, 16 (2), 215-228.

THE DIFFERENCES IN ACOUSTIC VOICE CHARACTERISTICS BETWEEN FEMALE TEACHERS AND FEMALE VOCAL NON-PROFESSIONALS

The aim of this paper was to investigate possible differences in voice quality between the group of 20 female teachers and the group of 20 female non-professional vocal users, aged between 35 and 50 years. Recordings of the sustained phonation of the vowel /a/ were acoustically analyzed by using MDV Program. Differences between the selected groups of subjects were tested by using discriminant analysis. The results showed statistically significant differences between the groups in the mean fundamental frequency, fundamental frequency range, and on variables describing short-term frequency and amplitude perturbations of the fundamental frequency, while on the variables describing harmonicity of the voice no significant differences were detected. Considerably high average values of the perturbation measures gained in the group of female teachers suggested that everyday demands of the teaching profession have a negative impact on the health of the vocal mechanism, and that the teachers should be informed about the vocal hygiene techniques in order to prevent the development of voice disorders in this population.

Key words: Female teachers, female vocal non-professionals, acoustic analysis, MDVP